

技術科教育における生徒の能力を生かした

学習システムに関する研究[†]

山菅 和良*・梶谷 隆雄*・渡邊 渉**・針谷 安男**
宇都宮大学大学院教育学研究科*
宇都宮大学教育学部**

本研究は、技術科の目標である「工夫し創造する能力」と「実践的な態度」を身に付けさせるために、学習システムの構築をした。また、授業スキルの向上を目指した学習指導の方法の工夫（手立て）と実践を行い、技術科教育（D情報に関する技術）が求める学習スキルと教師の授業スキルの検証をした。その結果、学習システムと教師の授業スキルの融合により、生徒の学習スキルの育成に効果があることが明らかにすることができた。そして、教師の力量により学習スキルの能力育成に差が生じることもわかった。

キーワード：技術科教育，リソース，学習システム，学習スキル，授業スキル，ループリック

1. 研究の背景及び目的

学習指導要領¹⁾の改訂で、知識や技能を活用し問題解決に必要な能力を養い、個性を生かす教育の充実から、自ら学ぶ力の育成が目指され、それまでの教師が知識・技能を教え生徒が学ぶという図式から、生徒が学ぶのを教師が支援するという図式が、より明確になってきた。技術科では、(D情報に関する技術)「プログラムによる計測・制御」が必修化になり、すべての生徒が履修することになった。

また、配慮すべき事項として、実践的・体験的な学習活動の充実と問題解決的な学習の充実、家庭や地域との連携、学習指導と評価などが示された。

そこで、本研究は、技術科教育が求める力や態度を、問題解決的な学習や実践的・体験的な学習を通して、生徒が持っている能力や資質（リソース²⁾）を刺激し、自分からのびようとする力を育成する学習システムを構築すること、また、進んで生活を工夫し創造する能力と実践的な態度の学習スキルを身に付けさせる学習指導として、指導過程と指導展開の工夫、学習指導と評価との一体化、教材教具の開発や活用など授業スキル（手立て）の効果を検証することを目的とした。

2. 学習システムと学習スキルについて

2.1 学習システムについて

学習の進め方として、計画、実践、評価、改善など一連の学習過程の細分化を図り、図1のような問題を解決するための過程（以下「学習システム」という）を構築した。

この学習システムは、計画、実践、評価、改善を繋ぐものや、その枠や手順にとらわれないものであり、フィードバックもできる学習方法である。



図1 学習システム

[†] Kazuyoshi YAMASUGA*, Takao KOUJIYA**
Shou WATANABE**, and Yasuo HARIGAYA**:
Research on Learning System made of Student's
Ability in Technology Education.

* Graduate School of Education, Utsunomiya University

** Faculty of Education, Utsunomiya University

2.2 技術科教育における学習スキルについて

技術科教育（D情報に関する技術）が求める学習スキルと学習システムとの関係を表1に示す。このように、技術科教育が求める力や態度を学習スキルと学習システムに関連させ、D情報に関する技術の授業実践を行えば、技術科の目的である「工夫し創造する能力と実践的な態度」を育てることができる。

表1 技術科教育が求める力や態度と学習スキル及び学習システムとの関係

技術科教育が求める力や態度	学習スキル	学習システム
課題発見力	問題を捉える力	問題を見付ける
学ぶ意欲		課題をつかむ
評価の時期や評価の方法	予測する力	見通しをもつ
自分自身の学びの状況を把握	目標（評価）指標を設定する力	具体的な目標指標を設定する
基礎的・基本的な知識・技術	情報を収集・整理・分析する力	知識・技能を習得する
思考力	情報を理解し活用する力	
判断力	技術や技能を習得する力	
表現力	自分の考えや思いを表現する力	表現する
伝え合う	発信・受信する力	伝え合う
評価の観点や評価標準の具体化	評価する力	検証・評価する
活用する能力と態度	メタ認知する力	現状を把握する
自己評価や相互評価	計画や活動を修正改善する力	見直しをする
自分自身の学びの状況を把握	学んだことをよりよくいかす力	
理解を深める	気づく力	実践する
活用する能力と態度	やろうとする力	
実践的な態度	実際にやる力	

3. 授業スキルについて

3.1 学習スキルを身に付けさせるための手立て

学習スキルを身に付けさせるための手立てを行うには、意図的にその手立てを行わなければならない。何を育てたいのか、何をねらいとしているのかをはっきりとわかるようにすることが教師の力量でもありと考える。

手立てを行うことで、生徒のリソースを刺激し、自分から伸びようとする姿勢が見られるようになる。また、生徒の能力を生かした学習システムで、手立てから学習スキルを身に付けることができれば、技術科の目的である「工夫し創造する能力と実践的な態度」を育てることができると考えられる。

学習スキルを生徒に学ばせるためには、教材開発や手立てなどの、教師の授業スキルが不可欠になってくる。その具体的な手立てを表2のように示す。

表2 手立てと学習スキルの関係

手立て	学習スキル
・学ぶ意義 ・シラバス	問題を捉える力
・学習進度表 ・ルーブリック	予測する力
・学習ナビゲーション 等	目標（評価）指標を設定する力
・コミュニケーションの活用	情報を収集・整理・分析する力
・繰り返し学習 ・発展課題	情報を理解し活用する力
・教材教具の活用 等	技術や技能を習得する力
・アサーション的な問答	自分の考えや思いを表現する力
・相互評価 グループ学習 等	発信・受信する力
・ポートフォリオ及びデジタル	評価する力
ポートフォリオ	メタ認知する力
・ルーブリック	計画や活動を修正改善する力
・相互評価	学んだことをよりよくいかす力
・チェックリスト	気づく力
・メタ認知から改善	やろうとする力
・コンテスト（発表会） 等	実際にやる力

これらの手立てを行うには、学習指導として、指導過程と指導展開の工夫、学習指導と評価との一体化、教材教具の開発や活用などの方策が必要であり、学習スキルを育成するための、教師の力量が必要になってくる。

3.2 学習指導と評価の一体化について

教師と生徒がルーブリック³⁾を共有して学習を進めていけば、生徒は到達すべき目標に向かって努力をすることができる。

そして、教師は、共有したルーブリックを活用して、妥当な評価をすることができる。その評価を共有し、学習指導に生かすため、例えば表3に示すように、評価Cの目標に、「話し合いから3問以上できた」という表現にして学習指導と評価の一体化を図る。

一体化ができれば、教師と生徒との評価の差がなくなるだろう。生徒も到達すべき目標がはっきりしているの、目的意識を持って学習活動を展開し、ルーブリックを活用し自己評価や相互評価することで、達成の度合いや技術の習得の状況を確認しながら学習を進めることができる。

また、より正確な自己評価能力を育成することに繋がり、現状を把握する（メタ認知）ことができるようになると思う。

表3 ループリックの例

評価	具体的な目標	チェック○
A	5問できた	
B	3問までできた	
C	話し合いから3問以上できた	

4. 授業実践1「ホームページの制作」

4.1 授業の目的について（2年生10時間）

学習システムにおいて、表4のように、①～③のカテゴリーの内容に分け、学習スキル育成のためにホームページ制作を題材とした計画で、平成21年1月～A中学校2年生1クラスで授業実践を行った。

表4 ホームページ制作の授業計画

時	カテゴリー	授業内容
1	①	学習計画と目標の設定
2	②	タグの学習
3		ワードからWebへの学習
4		情報モラルの学習
5		自己紹介のページの制作
6		趣味のページの制作
7		リンク
8	③	自己評価と相互評価
9		見直しと改善
10		完成・発表会

4.2 指導内容について

ホームページを作成させることで「ICT」を正しく理解し、自己を表現するコミュニケーションの意義と技術を習得する。ホームページを作成させる学習を進めていく過程で、学習システムを導入して問題解決能力（学習スキル）を育成していく。生徒一人一人に興味・関心や習熟の程度に応じた課題を設定させ、自己の能力に応じたホームページの制作方法と内容を選択させたり、相互評価の場を設定したりするなどの手立てを行う。また、情報モラルの必要性についても触れ、考えさせることで、より良い社会づくりに貢献しようとする資質を育成する。

4.3 手立て（授業スキル）について

生徒の能力に応じたホームページの制作方法と内容の選択を任せる。自分から問題解決できる教材教具を準備してリソースを刺激した。また、相互評価の場を設定し、メタ認知から修正改善させ、コミュニケーションする力を活用して繰り返し学習を行う

ことで、学習指導と評価の一体化を図った。

学習スキルを生徒に学ばせるため、カテゴリーごとに表5のような手立て（授業スキル）を行った。

表5 手立て（授業スキル）

カテゴリー	手立て（授業スキル）
①「問題を見付ける・課題をつかむ」「見通しをもつ」「具体的な目標指標を設定する」	<ul style="list-style-type: none"> ・学ぶ意義 ・ループリック ・目標設定 ・シラバス 等
②「知識・技能を習得する」「表現する」「伝え合う」	<ul style="list-style-type: none"> ・タグのスキル ・ネチケットとマナー ・アサーティブな問答 ・プロフィールの違反 ・似顔絵作り ・リンクのスキル ・自分理解への評価 等
③「伝え合う」「検証・評価する」「現状を把握する」「見直しをする」「実践する」	<ul style="list-style-type: none"> ・相互評価 ・メタ認知から改善 ・チェックリスト ・発表会 等

カテゴリー①では、授業の計画と評価についてのシラバスを提示し、見通しをもたせた。また、ITとICTの違いについて説明し、学ぶ意義を理解させた。そして、到達すべき目標と内容をループリックにし、図2のように、具体的な目標設定を自分で設定させた。

自分のゴールを決めよう

「何ができたらゴールなのか自分で決めておきましょう！」

・ 内容項目 2～3 つ

・ ページ数 3～4 ページ

・ 技術技能 4 つ

・ ゴールに必要なことはなんですか？具体的に自分の考えを書いてください

・ どんな内容にするか項目はいくつにするか？

☐ プロフィール ☐ 趣味

☐ スキなもの 2～3

・ 何をどのくらいのページ数にするか？

☐ トップページ ☐ 趣味

☐ プロフィール ☐ スキなもの 3～4

・ どんな技術や技能を習得したいか？

☐ 画像の挿入 ☐ 著作権

☐ 画像の処理 ☐ 見やすい作り方

図2 具体的な目標設定の記入例

カテゴリー②では、ホームページ制作のルールとネチケットにおいて法律とマナーの違いを意識させた。また、フリーソフトを使用し、似顔絵を作成し

たり、様々なリンク方法を使用したりして、マルチメディアの知識・技能を習得させた。

カテゴリ③では、友達作品へのアドバイスからよりよい作品にしていこうとする意味を理解させて相互評価させた。その後チェックリストからメタ認知し、よりよいホームページに改善し、最後にクラス全員のホームページを閲覧し、ICTによるコミュニケーションを行い、友達との理解を深めた。

5. 授業実践2「プログラムによる計測・制御」

5.1 授業の目的について（3年生10時間+ガイダンス）

学習システムにおいて、表6のように、①～③のカテゴリの内容に分け、学習スキル育成のために「プログラムによる計測・制御」を題材とした計画で、平成21年4月～A中学校3年生2クラスで授業実践を行った。

表6 プログラムによる計測・制御の授業計画

時	カテゴリ	授業内容
	①	ガイダンス
1		フローチャートで表してみよう
2	②	プログラムソフトの使い方について
3		プログラムの作成と変更について
4		正方形に走るプログラムを作ろう
5		「繰り返し」命令を使ったプログラムを作ろう
6	③	動きを自由にプログラミングしてみよう
7		光センサを使ってみよう
8		光センサを使ってラインレースをしてみよう
9		ロボットコンテストに挑戦
10		身のまわりにある機器の制御を考えよう

5.2 自律型ロボット教材について

授業実践で扱う自律型ロボット教材は、ソフトやハード面、授業対応度について比較検討を行った結果「キューブカート2」を選定した。その具体的な理由を表7に示す。

表7 キューブカート2を選定した理由

①プログラム学習に特化している。
②光センサーによる転送なので、転送用ケーブルなどは必要ない。ドライバがいない。
③プログラムのテキスト表示ができる。
④ソフトのインストールなど簡単で、セキュリティの問題がなく動く。
⑤価格が安く、購入しやすい。など

5.3 指導内容について

まず、「ガイダンス」において、プログラミングの手順や3種類の基本的な処理の組み合わせを学習し、「プログラムによる計測・制御」学習の課題や見通しを持たせる。

次に、フローチャートを学び、プログラミングのスキルと課題におけるループリックを設定させる。そして、簡単なプログラムを作成し、繰り返し学習で、プログラミングのスキルと表現の仕方を学習する。その学習の中で、コミュニケーションする力を活用して評価・検証を繰り返し、プログラミングのスキルを高めていく。

その後、テスト走行やロボットコンテストで現状を把握させ、見直しをするなど実践する力を付けていく。最後に、身近な機器の制御について学習し、つながりに気づかせる。

5.4 手立て（授業スキル）について

1人1台のロボットと様々な手立てや教材の準備、TTの方策、適度な難易度の課題を用意し生徒のリソースを刺激した。また、ループリックを掲示し、コミュニケーションする力を活用して繰り返し学習を行うことで、学習指導と評価の一体化を図った。

学習スキルを生徒に学ばせるため、カテゴリごとに表8のような手立て（授業スキル）を行った。

表8 手立て（授業スキル）

カテゴリ	手立て（授業スキル）
①「問題を見付ける・課題をつかむ」「見通しをもつ」「具体的な目標指標を設定する」	・学ぶ意義 ・シラバス ・学習進度表 ・ループリック ・目標設定・学習の流れ 等
②「知識・技能を習得する」「表現する」「伝え合う」	・授業のイメージ ・アサーション的な問答 ・コミュニケーション ・発展課題 ・繰り返し学習 等
③「伝え合う」「検証・評価する」「現状を把握する」「見直しをする」「実践する」	・発展課題 ・繰り返し学習 ・相互評価 ・チェックリスト ・メタ認知から改善 ・ロボットコンテスト 等

カテゴリ①では、授業の計画と評価についての学習進度表（図3）を提示し、学習の流れを説明し、「プログラムによる計測・制御」学習の課題や授業の見通しをもたせた。また、授業の目的である「フローチャートを使って問題解決する能力」を養うこ

とへの意欲・関心・態度を高めることにより、学ぶ意義を理解させた。

時	NO	学習内容	ページ	チェック
1	1	フローチャートを完成させよう	1	
	2	1-2 らくらく制御の起動と終了	2	
2	3	1-3 ①サンプルプログラムを読み込む	2	
	4	1-3 ②プログラムを転送する 実行する	3	
	5	2-1 課題1 プログラムの作成 前進→停止→前進	4	
3	6	2-2 課題2 プログラムの変更	5	

図3 学習進度表

カテゴリー②では、実習を図4のように2～3人で助け合いながら作業をさせ、コミュニケーションする力を活用した繰り返し学習の授業展開を行い、ルーブリックを用いて、学習指導と評価の一体化を図りながら知識・技能を習得させた。

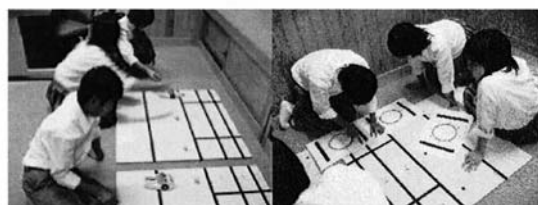


図4 グループ学習の様子

図5のような意図的な繰り返し学習におけるプログラミングの流れで、確実に知識・技能を習得させ、スキルを定着させた。

また、フローチャートがどのような命令文で動いているのかを記述させ、プログラムとフローチャートの関係を理解させ、「フローチャートを使って問題解決する能力」を育成した。

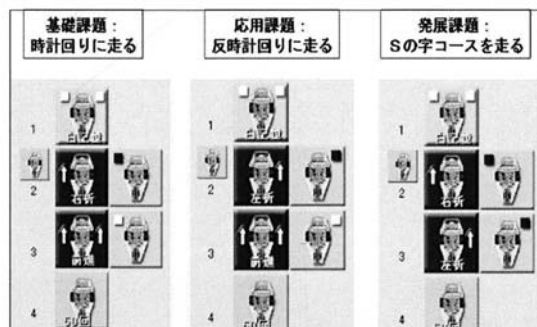


図5 繰り返し学習におけるプログラミングの流れ

カテゴリー③では、テスト走行やロボットコンテスト(図6)でロボットの動きを設計し、図7と図8のようなプログラムを考え、繰り返し工夫改善する過程で問題点を検証し、評価しながら自分の現状を把握させた。そこで、メタ認知したり、計画や活動を修正改善したり、学んだことをよりよくいかしたりする力を育てた。

また、プログラマーの仕事を解説し、生活の中や社会の仕事などで、どのようにプログラムが使われ、開発されているのかを知ることで気づく力を育てた。

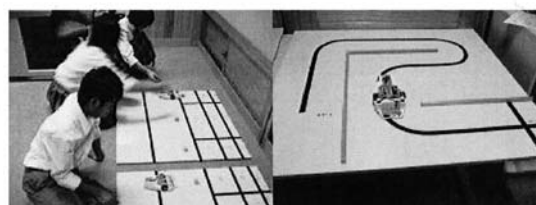
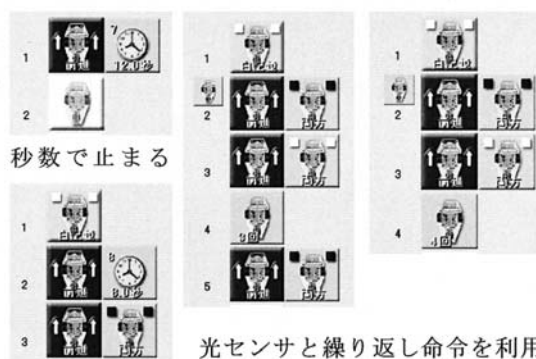
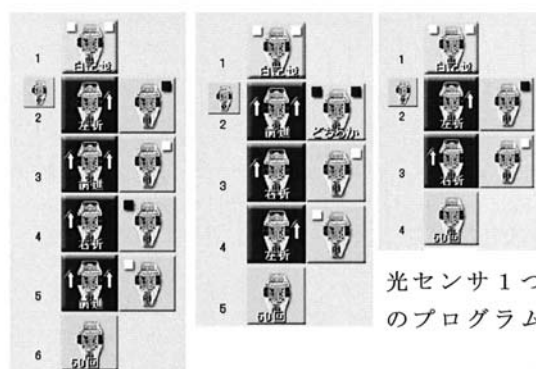


図6 ロボットコンテストの様子



光センサ利用

図7 生徒のプログラム例(カーリング)



高速設定プログラム

図8 生徒のプログラム例(迷路)

6. 実践的な態度について

6.1 実践的な態度の追跡調査

技術科の授業で学んだ知識や技能を、実際に活用して実践的な態度を育てるための手立てを行った。授業実践だけでなく、日頃の学校生活の中で意識し、どのように使えるかや、活用してどうであったかを検証することにより、生徒の実践的な態度を見ることができる。授業や行事などで、学んだことを生かせる場「運動会（綱引き・玉入れ・ムカデ等）合唱（歌い方）修学旅行（コースの内容や選定・パスポート等）進路（進路フローチャート）授業（調べ学習・技術科の情報の授業等）」を設定した。

6.2 フローチャートを活用した実践的な態度

授業実践2「プログラムによる計測・制御」におけるフローチャートを活用した実践的な態度として、平成21年12月にA中学校3年生2クラスで行った進路指導の例を次に示す。

進路指導で、自分の進路をフローチャートに表し、自分の進路について理解し、考えがわかりやすくなったかを調査したアンケート内容を表9に示す。

表9 アンケート内容

1	現在、自分の将来について
A	希望がある
B	不安がある
C	よくわからない
2	中学校卒業後の進路について
A	希望がある
B	不安がある
C	よくわからない
3	高校受験について
A	希望がある
B	不安がある
C	よくわからない
4	進路の考え方をフローチャートに表せたか？
A	できた
B	不完全
C	できなかった
5	進路の考え方をフローチャートに表して、どう思いましたか？

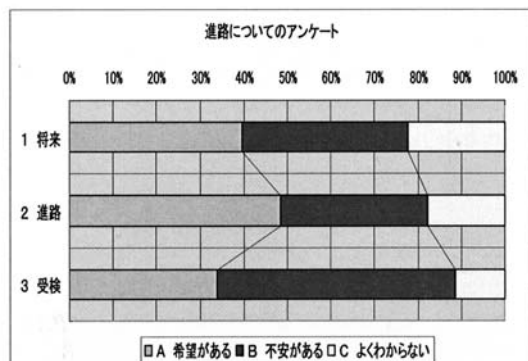


図9 進路アンケート項目1～3

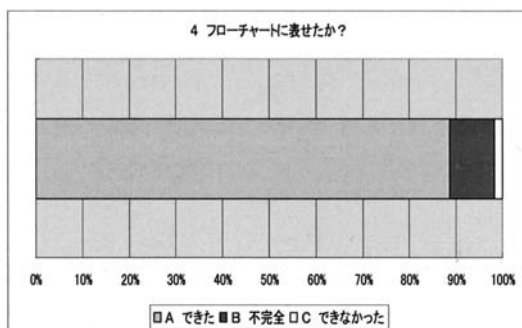


図10 進路アンケート項目4

図9の結果から、将来や自分の進路には希望があるものの、高校受験には不安が多いことが分かった。また、図10の結果から、ほとんどの生徒が自分の進路をフローチャートに表すことができた。これは、授業実践において学ぶ意義や繰り返し学習などの手立ての効果が持続し、基礎・基本が定着していた。

次に、フローチャートを書いて自分の高校受験の流れを理解することで、不安をなくし意欲へと導くための進路指導を行った。その生徒のフローチャート例を図11に示す。

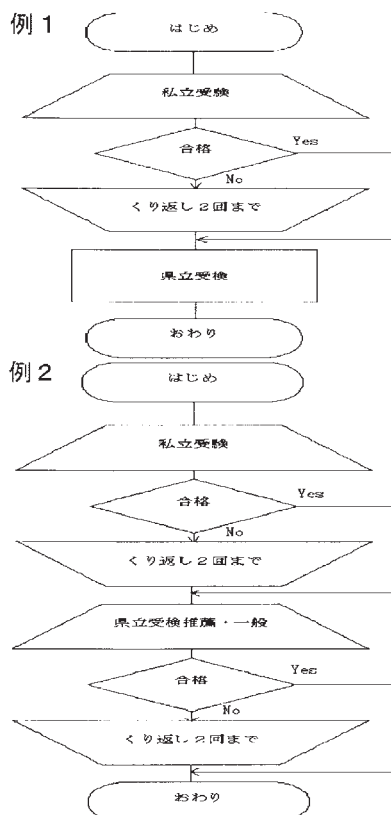


図11 生徒の進路フローチャート例

また、フローチャートを書いた感想から生徒の傾向を次に示す。

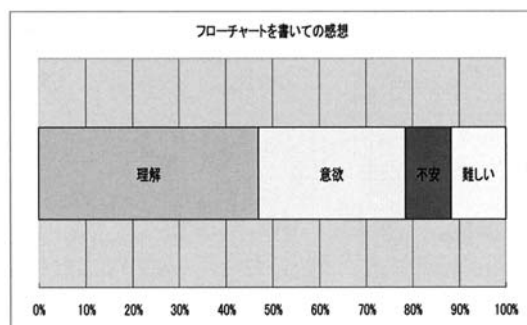


図 12 フローチャートを書いた感想

図 12 の結果から、不安があると答えた生徒が、フローチャートを書いた後では不安だと感想で答えた生徒はかなり減った。また、自分や現状を理解したり、意欲的になったりした感想が多かった。進路フローチャート(図 11)を書いて、自分の進路の流れを知り、頑張ろうとする意欲が高まり、不安が減少したと思われる。

このように、フローチャートにより「課題の解決のための処理の手順を考えさせる」ことができ、実践的な態度が身についた生徒を育成できた。

7. 学習スキルと授業スキルの評価

7.1 学習スキルの評価

学習システムにおいて、学習スキルが身に付いた生徒像(表 10)を設定し、その評価のために 12 項目のアンケートを行なった。始めから持っている力を 0 とし、「A できるようになった」「B まあまあできた」「C 変わらない」で回答させた。

表 10 学習スキルが身に付いた生徒像

- ① 技術に関心をもち、自ら問題を捉え、予測することができる生徒
- ② 自ら具体的な目標を設定し、計画を立てることができる生徒
- ③ 主体的に問題解決ができ、自分から伸びようとする生徒
- ④ 自己の活動を振り返り、現状を把握し、反省・改善ができる生徒
- ⑤ 学んだことを次の活動や生活に、いかすことができる生徒

授業実践 2「プログラムによる計測・制御」のアンケート結果を次に示す。□は手立てを行った時間。

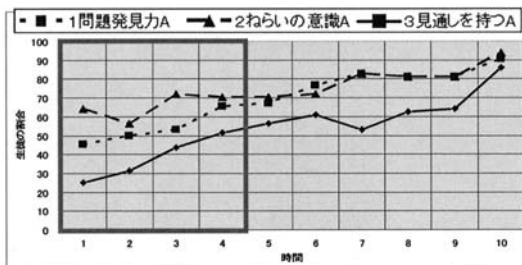


図 13 アンケート結果①

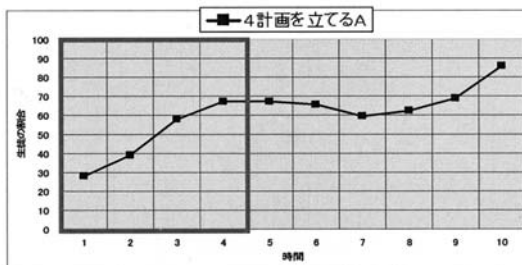


図 14 アンケート結果②

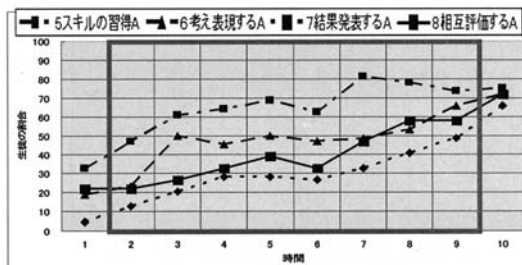


図 15 アンケート結果③

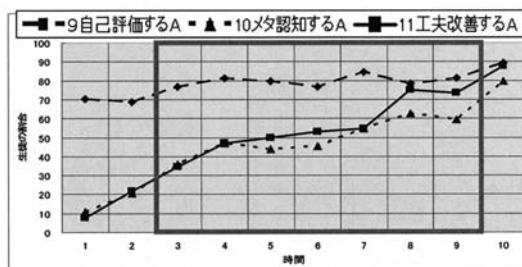


図 16 アンケート結果④

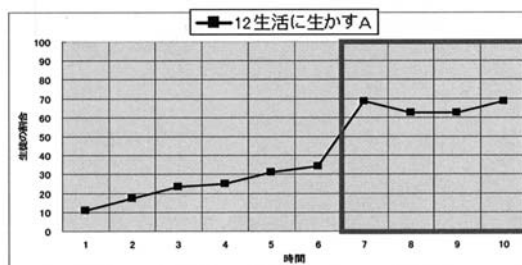


図 17 アンケート結果⑤

① 技術に関心をもち、自ら問題を捉え、予測する

ことができる生徒では、前半に「シラバス」「学ぶ意義」「ルーブリック」「学習進捗表」などの手立てを行った結果、図13のように成果が表れ、学習の意義や価値を見出せ、見通しがもてる生徒の姿が見られた。

② 自ら具体的な目標を設定し、計画を立てることができる生徒では、前半に「シラバス」「目標設定」「ルーブリック」などの手立てを行った結果、図14のように成果が表れ、自ら問題や課題を発見し、自主的に意志決定できる生徒の姿が見られた。

③ 主体的に問題解決ができ、自分から伸びようとする生徒では、課題の難易度やコミュニケーションの活用、繰り返し学習、発展課題、教材教具の活用等を行った結果、図15のように成果が表れ、試行錯誤を繰り返しながらねばり強く問題解決しようとする生徒の姿が見られた。

④ 自己の活動を振り返り、現状を把握し、反省・改善ができる生では、ポートフォリオ及びデジタルポートフォリオ、ルーブリック、相互評価、チェックリスト、メタ認知から改善、ロボットコンテスト（発表会）などの手立てを行った結果、図16のように成果が表れ、学習改善のため適切に評価し、相互に助言や援助を行うことができる生徒が見られた。

⑤ 学んだことを次の活動や生活に、いかすことができる生徒では、生活や社会との関わり、チェックリスト、発展課題、メタ認知から改善、ロボットコンテスト（発表会）などの手立てを行った結果、図17のように成果が表れ、見直しからその結果を学習活動や生活にいかそうとする生徒の姿が見られた。

この結果から、手立てを行ったことにより、学習スキルが身に付いた生徒像に迫れたといえる。

7.2 授業スキルの評価

授業実践を行ったクラスと、手立てのみの授業、手立て無しとの授業とを比較し、授業スキルを検証した。その結果を図18に示す。

実践A～Dについては、実践Aは2年の授業実践1、実践Bは3年の授業実践2、実践Cは3年の手立てのみの授業、実践Dは2年の手立て無しとの授業である。

学習スキルの評価では、実践AとBの授業アンケート結果は、すべての項目で高い値を示し、学習システムにおいて手立てと学習指導の工夫を行うことにより、学習スキルが身に付いたといえる。

授業スキルの評価では、実践AとBが手立てと学習指導の工夫を行った値はほとんど変わらない。しかし、実践Cでは同じ内容で、同じ手立てを行った授業と比べると、学習指導の工夫で効果に差があったことがわかる。また、実践Dの手立てを行わず他の内容で行った授業と比べると、歴然と差がみられた。よって、手立てを行うと、学習スキルはある程度生徒に身に付くことがわかった。しかし、手立てを行わなければ学習スキルは身に付かないといえる。

この結果から、学習システムと教師の授業スキルの融合により、生徒の学習スキルの育成ができた。

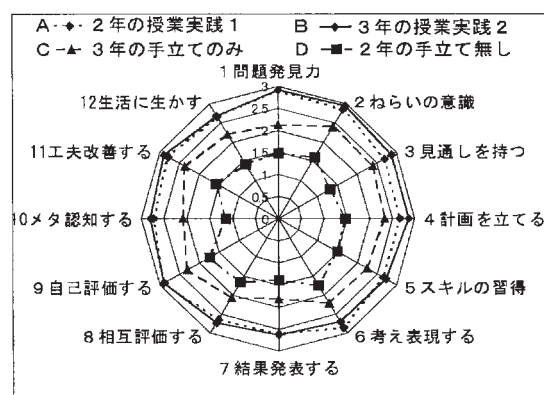


図18 授業アンケート結果

8. 結言

技術科教育における学習スキルと学習システムを構築し、授業実践を行い、学習スキルと授業スキルの検証をした。その結果、1つの題材に対し、1時間ごとに様々な手立て（授業スキル）を考え、実践することで、本学習システムと教師の授業スキルの融合により、生徒の学習スキルの育成に効果があることが明らかになった。そして、生徒の授業への取り組みや態度に影響を与え、授業の雰囲気が一変した。なぜ学び、なぜ行う必要があるのかを理解し技術を習得することで、技術科の目的である「工夫し創造する能力と実践的な態度」を育成できた。

参考文献

- 1) 文部科学省：中学校学習指導要領，(2008)
- 2) 黒沢幸子：指導援助に役立つスクールカウンセリング・ワークブック，金子書房，(2002)
- 3) 西岡加名恵：教科と総合に活かすポートフォリオ評価法，図書文化，(2003)